

# 为冬奥会开幕式 他们搭建了一个虚拟世界

◎本报记者 张盖伦

在北京冬奥会开幕式惊艳世界之前,它已经在北京理工大学数字表演与仿真技术北京市重点实验室研发的平台上,排演了无数遍。

实验室主任、北京理工大学计算机学院教授丁刚毅对开幕式的流程,已经熟谙于心。毕竟,40多人的团队,为了冬奥会的开闭幕式,已经忙了一年半。

每一分钟会发生什么,他都心中有数。此前,每一场彩排后的每一处改动和调整,他的团队都会立刻在平台上做出相应改动。

在这个神奇的平台上,你能获得关于开幕式的最佳全视角。

你会进入一个复刻国家体育场的虚拟世界,这里有与开幕式相关的所有要素。你会看到观众席、灯带、主舞台和震撼人心的超大型LED屏幕;你也能看到地屏和竖屏上流动的精彩画面;你会看到焰火升腾,五环升起;甚至还能看到开幕式中不同节目的演员如何上场、表演和退场,看到整场演出精妙而复杂的调度。那些电视转播里不会出现或者不会重点强调的镜头,在这里,你都能尽收眼底。

可以说,它是一个有关冬奥会开幕的投射,能实现表演全要素、全流程、全业务的集

成与融合。

冬奥会开闭幕式大型表演智能化编排一体化服务平台关键技术,是科技冬奥的项目之一,由丁刚毅带领的团队牵头完成。

它集成活动策划与智能创意系统、训练彩排方案生成系统、表演预演系统、装备协同控制系统和仿真转播关键技术,形成了新一代表演全流程技术解决方案。其实,先进的仿真技术,也是现在大热的“元宇宙”概念中的关键技术。

平台,就是演出的大脑,能把导演创作团队的创意进行拆解、细化,通过仿真数据,提炼成训练手册指导训练。可指导演员、机器人、视频投影等表演要素排练,保证表演在时间、空间上的一致性,帮助导演实时观察演员和道具的姿态与队形,演员也能迅速调整自身动作,实时、快速地熟悉表演方案。

预演系统以可视化的界面和图纸、视频等多种数据输出载体,将各种表演方案的真实效果进行三维呈现,协助导演决策及完善表演方案,确定最终方案。

这套技术还能拍摄、转播、直播方案制定的技术服务,模拟出不同机位在不同时间点的拍摄效果。

演出或者仪式的顺利进行,在丁刚毅看来,就是声音、演员和画面的配合,时间和

空间的吻合,多要素的卡点,全流程地推进。虚拟仿真技术,大大提升了大型演出的排演效率。

冬奥开幕式中的节目《立春》令人印象深刻。演员用手中的发光长杆,做出了大地回春、万物生长的图景。

团队成员闫大鹏介绍,一开始,大家也想象不出来节目会是什么效果,表现力究竟如何。长杆是软的,挥舞时根据演员力道不同会形成自然的弧度。舞动长杆,要整齐,但也要有舒展感;要散,但不能乱。而且,这一舞蹈的视觉呈现,还要兼顾不同观众的视角。于是,在导演的指导和编导们的共同努力下,团队用算法模拟出了多种队形和挥杆方式的组合,“出了几百个方案,前前后后调整了大半年时间”。

一次次的推翻重来,都是在虚拟仿真系统中完成的,无需演员反复试验。

“我们就是要解决问题。”丁刚毅反复强调。再先进的系统,也要满足真实需求。他们的平台,在“高大上”的同时,也接地气,还能成为很多矛盾冲突的“调解员”。

一台大型演出,涉及几十个部门或团队,大家的角度立场不同,常会因为对更好演出效果的追求产生争执。比如,一个节目结束了,下一个节目要准备上场,鸟巢出入口只有四个,这边演员要怎么退场,那边演员要怎么

进场,究竟是你快一点,还是我慢一点……此时,虚拟仿真系统能对人流进行模拟,为闹矛盾的不同部门给出一个最优解决方案,并让他们在系统上就能看到调整后的效果。

北京冬奥会开闭幕式,是北京理工大学这支数字表演与虚拟仿真团队的又一次“实战”。他们已经为多场大型活动提供了科技支撑:2008年奥运会开幕式的“击缶而歌”,2018年平昌冬奥会的“北京八分钟”,2019年国庆盛典虚拟仿真演练,2021年建党百年庆祝大会的仿真建模和现场服务,还有2010—2022年中央电视台春晚数字舞台仿真……

团队已是数字表演领域的领军者,技术达到国际国内领先。他们还手握多项核心专利:涉及人群行为规划和人群行为仿真方法的系列专利,大型活动人群仿真的核心技术,涉及虚拟摄像机和直播方案仿真的系列专利,涉及虚拟舞台的系列专利……

丁刚毅告诉科技日报记者,利用虚拟仿真智能技术,他们协助导演团队实现北京冬奥会“简约、安全、精彩”的办赛要求。“我们也在建设智能表演交叉学科,培养人才,锻炼队伍,继续服务国家大型活动。”丁刚毅表示,未来,他们将能力开放出去,以多种形式,用技术推动演出产业升级和生产模式变革。

## 航天科技加持

## 冰立方幻化冰五环闪耀冬奥

◎本报记者 华凌

一滴墨从天而降,逐渐幻化为黄河之水,滔滔不绝;随即飞流直下,奔汇成“冰”,瞬间凝结成巨大的冰立方;一朵朵雪花被置于“冰面”上,即刻又悄然幻化为奥林匹克五环冉冉升起……2月4日,北京冬奥会开幕式在国家体育场“鸟巢”举行,行云流水般转变的舞会、水、冰、雪之间不断交融的奇幻场景,给全世界亿万观众呈现了一场极尽享受的视觉盛宴。如此收放自如的舞台效果,其背后是来自航天科技的加持,保障冬奥会开幕式上的舞台变换像火箭发射一样安全、精准。

“导演负责精彩,我们负责安全、可靠,为艺术家提供坚实的基础,为艺术创作提供技术保障。”2月4日,中国运载火箭技术研究院党委书记李明华在接受科技日报记者采访时表示。

中国运载火箭技术研究院作为中国航天科技集团有限公司冬奥专项工程的抓总单位,承担了本届冬奥会和冬残奥会开闭幕式舞台、空中设施、地面显示系统等多个项目的技术保障任务。来自北京经济技术开发区的创新企业北京长征天民科技有限公司(以下简称长征天民),是火箭院所属北京航天发射技术研究所的全资公司,其总承担的地面舞台系统要完成相关展示、视频播放等最重要的仪式性表演,满足不同场景使用需求。

早在2021年1月20日北京2022年冬奥会和冬残奥会筹办工作汇报会上,习近平总书记明确提出,要突出“简约、安全、精彩”的办赛要求。地面舞台系统作为开闭幕式的核心设备,是落实办赛要求、实现导演创意的空间和载体。

安全是一切精彩表演的前提。据了解,此次开幕式告别“人海式演绎”(参演人数仅为2008年奥运会开幕式的20%),利用科技使舞台更饱满是本届冬奥会开幕式的最大特点之一。这就使得舞台哪怕出现细微的差错,都将被放大凸显出来。为了确保万无一失,长征天民首次用航天系统工程模式对产业项目进行管理和实施,这也是对产业领域管理创新的重要探索。

李明华介绍,与夏季奥运会繁花似锦的热烈气氛不同,本届冬奥会要用科技和新的观念去表达冬季带给人们的空灵浪漫感。面对目前国内最大的体育场露天舞台,长征天民专项团队将复杂的舞台工程系统设备完全置于平静的“冰面”之下——数十套电机与刚性链条、钢丝绳及滑轮组相互配合,驱动大型升降台、车台、倾斜台等活动设备,完成各类升降、平移、翻转等动作,使得“空灵”得以实现,冷峻舞台表面下涌动着脉脉温情。

而舞台上所呈现的从“奔流”瞬间凝结而成的通体冰莹的冰立方,总重量约400吨,升降重量达180吨,载荷超过一般剧院大型升降台的8倍,是整个开闭幕式最大功率的驱动设备。长征天民研发团队在场地受限的情况下,通过精确控制电机驱动16条链条、16条钢丝绳组成的4套同步传动单元,让这块巨大的冰立方升降定位精度控制在±1毫米。

当“冰面”上一朵朵雪花悄然幻化为奥林匹克五环冉冉升起,这行云流水般的转场,来源于地面中央升降台所采用的“先下沉,再平移、最后上升”的“小开台”方式。长征天民采取这种创新方式,能够减少大幅度动作所带

来的突兀感,为艺术表演与流程仪式提供了流畅而平稳的舞台,配合整体演出塑造出宁静的唯美意境。

李明华介绍说,舞台机械控制系统的设计,加入了航天系统产品研发中采用的数字化仿真软硬件设备,开展控制算法的优化设计,并全面进行半实物仿真测试试验,把冬奥项目与航天人熟悉的质量管理体系进行创造性结合,从而在设计阶段识别并规避重大失误,提高整个系统的可靠性和安全性。相对于一般火箭飞行试验前需要进行近百项地面试验,冬奥会舞台系统进行了近千项地面测试。通过各种分系统与综合性试验,排除一切不可靠因素,做到现场表演“零失误”。

为响应“节俭办奥运”的号召,长征天民专项团队充分发挥了火箭院在航天系统工程管理模式上“降本增效”的看家本领,配合张艺谋总导演主创团队完成了20多轮创意方案的持续性调整及优化,节约成本近千万元。



2月4日晚,第二十四届冬季奥林匹克运动会开幕式在北京国家体育场举行。这是开幕式上的“冰雪五环”。新华社记者 孟永民摄

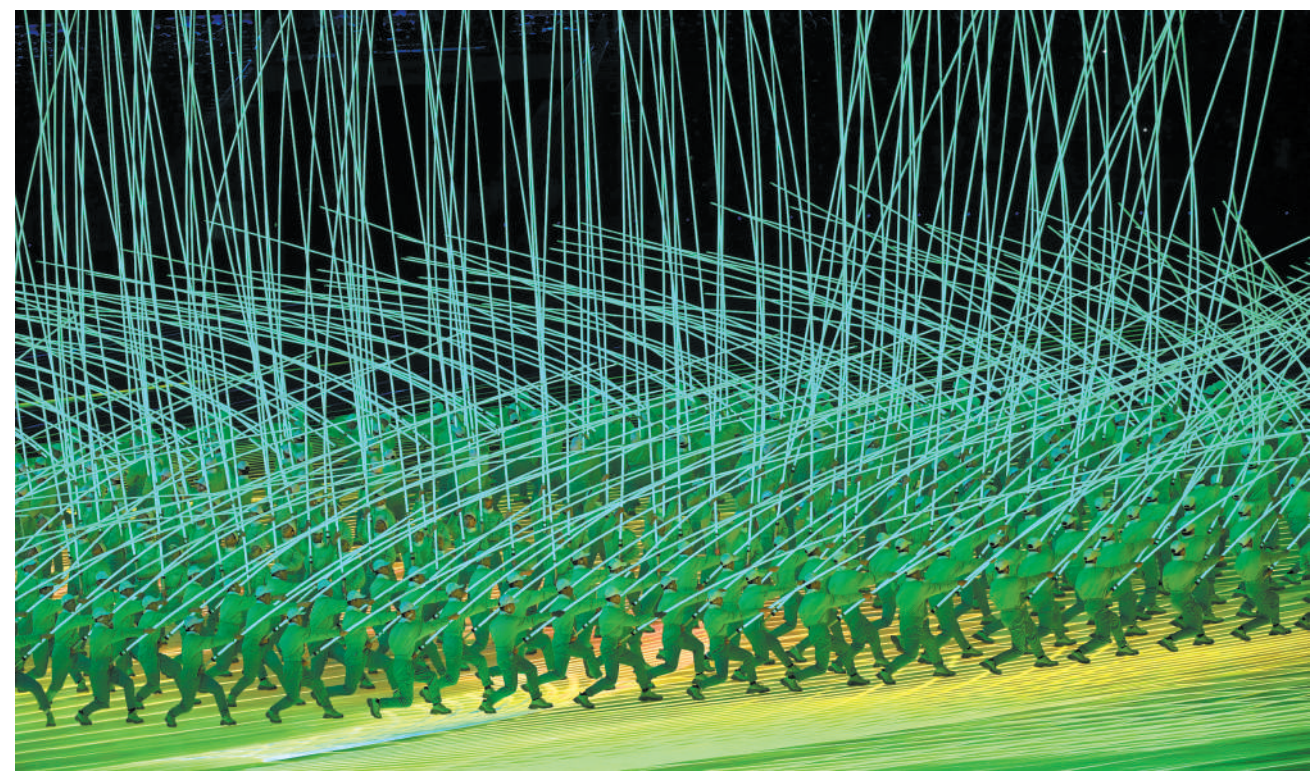
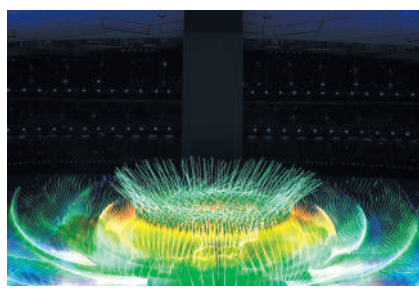
## 倒计时表演

2月4日晚,第二十四届冬季奥林匹克运动会开幕式在北京国家体育场举行。

这是倒计时表演。

右图 新华社记者 李紫恒摄

下图 新华社记者 杨磊摄



# 这四座奥运车站太美了,连车票都有奥运特色

◎本报记者 矫阳

2月4日,晚上8点,2022年北京冬奥会开幕式在国家体育场鸟巢举行。

在冬日蓝天的映衬下,京张高铁清河、延庆、太子城、崇礼等奥运车站美轮美奂。来自各国的运动健儿们,将乘坐京张高铁列车,走进北京冬奥会的北京—张家口—延庆三大赛区。

科技日报记者了解到,为体现奥运特色,铁路部门按照一站一景理念,设计了奥运特色纸质车票和电子客票,清河、延庆、太子城和崇礼站作为应用示范站,提供冬奥特色纸质车票和行程信息提示单。

### 清河站→北京赛区

清河站位于北京,建筑面积近14万平方米,是京张高铁沿线规模最大的车站,也是京张高铁冬奥列车的起始站,联通张家口和延庆赛区。

清河站为地下两层、地上两层的结构,高铁线为四台八线,在设计理念上被赋予“海纳百川”之意,车站采用曲面屋顶、抬梁式悬挑屋檐等结构形式,体现北京古都风貌。

清河站的广场上,一排排红白相间的冬奥景观道旗,醒目的宣传画分外惹眼,红红火

火的灯笼挂满枝头,处处洋溢着隆重热烈的冬奥氛围,洋溢着热闹喜庆的春节年味。

“瑞雪迎春”复兴号智能动车组背景板放在候车大厅内,引来许多旅客驻足“打卡”。北京冬奥会采取闭环管理措施,清河站设置了闭环和非闭环区域。

闭环区域内的客运服务和乘降引导工作由指定的铁路工作人员开展,闭环和非闭环人员不会有交集,确保赛事安全、运行安全、人员安全。

### 延庆站→延庆赛区

北京冬奥会的国家高山滑雪中心、国家雪车雪橇中心位于延庆赛区,这里将举办雪车、钢架雪车和雪橇项目等比赛。

京张高铁列车从清河站出发,运行26分钟即可抵达延庆站。

延庆站站房设计整体为“高山流水”造型,房顶整体流线仿照滑雪赛道设计,贴合冬奥会理念,玻璃幕墙上“延庆站”三个红色的大字分外夺目。

延庆站在站内设置了冬奥闭环区域,运动员或工作人员抵达后,由闭环内的铁路工作人员引导换乘前往奥运村或奥运场馆的车辆。

### 太子城站→张家口赛区

太子城站地处2022年北京冬奥会张家

口赛区的核心区域内,站房建筑以白色为主色调,鸟瞰之下犹如镶嵌在群山之间的明珠,彰显了冬奥冰雪文化。

站前广场的圆形玻璃建筑被称为“奥运之眼”,正对北京冬奥会颁奖广场,将有51枚金牌在这里颁发。

太子城站二层的运动员服务中心,设有综合服务区、运动员等候区、媒体等候区、政务等候区、无障碍候车区五个功能区。

运动员服务中心配备专属席位、赛事直播屏及车次显示屏、自助零食区、咖啡机器人等设备设施,为各国来宾和媒体记者提供便捷舒适的候车服务。

此外,服务中心还设立2个冬奥志愿者服务台,提供英语、法语、日语翻译,及残障人员引导接待和专业的国际应急服务。

北京冬奥会期间,太子城站设置了冬奥会专用通道,由专人引导运动员和奥组委工作人员经专用的站台、检票口、走廊和停车场进出站。

### 崇礼站→滑雪胜地

从清河站乘坐冬奥列车前往崇礼站,全程运行时间为65分钟。

崇礼站位于崇礼区大夹道沟村附近,距崇礼城区仅6公里。

崇礼站建筑造型融合了雪山和木屋两

种元素,屋顶曲线呼应车站北侧的山体轮廓。

这里有中国最大的国际级滑雪场。资料显示,张家口崇礼,地处内蒙古高原与华北平原过渡地带。崇礼区海拔为813—2174米,山峰海拔多在1500—2000米之间,最大高差为1361米,山势陡峻,属坝上坝下过渡型山区。这样,从西北方向来的冷空气进入崇礼境内,冷空气上下颠簸,和东南方向的暖湿气流交汇,形成了充沛的降雪。

作为服务本届冬奥会的重要交通服务保障设施,京张高铁联通着冬奥会三大赛区,北京冬奥会、冬残奥会赛事期间,京张高铁为运动员及工作人员提供运输服务工作,共计55天。

自1月21日起,京张高铁冬奥列车已经开启赛事运输服务。铁路部门共安排冬奥列车40对,其中基本线17对,包括清河至太子城5对,清河至崇礼5对,清河至延庆7对,将在冬奥会期间每日开行。因防疫需要,具体乘车需关注相关乘车指南。

京张高铁起自北京北站,终至张家口站,正线全长174公里,最高设计时速350公里。已于2019年12月30日开通运营。京张高铁实现了智能建造、智能装备和智能运营,开启了世界智能铁路的先河。

# 科技创新为冬奥监管通关强基固本

◎本报记者 陈瑜

2月4日,期盼已久的北京2022冬奥会正式开幕。作为2022年北京冬奥会和冬残奥会的主管海关,北京海关不断细化通关保障方案,对所有涉冬奥航班实施“一机一策”,做到严格监管、精准检疫、高效服务。同时部署应用核辐射全息定位系统、通用消毒柜等10种设备设施,完善“横向+纵向”人力资源梯队工作机制,组建起包括一线和预备人员1000多人、应急支援力量400多人的保障梯队,为涉奥人员入境高峰期提供全方位支持。

“核心机房就是监管信息运行的中枢和

大脑。要提升监管效能,就要先打造最强大脑。”北京海关科技处处长由智勇说。为保障北京冬奥会、冬残奥会期间各项业务的顺畅运行,北京海关于2021年上半年就提前启动了核心机房的在线改造,通过冷通道封闭技术精准降温,使机房核心设备温度始终保持在25摄氏度以下,确保不间断高速运行中的大脑“冷静清醒”。

“据了解,北京海关是首个接入‘海关总署基础设施云平台’的直属海关。在海关总署的云平台上,计算、存储等IT资源可按照各直属海关信息系统的繁忙程度分配,实现资源智能化调用。云平台就像一条实行潮汐车道的智能高速公路,即时分析各信息系统

的‘车流量’,科学调整IT资源的‘车道’配置,提升了资源利用效率和系统稳定性。”北京海关科技处运行管理科科长吕丕彤形象地比喻。

针对冬奥旅客普遍在入境现场申报的情况,北京海关在冬奥测试赛前,就在旅客通关现场增配了126台(套)申报设备,最大限度避免申报旅客“扎堆”,通过推行“智慧旅检”系统,在入境申报和流调过程中加强对旅客的辅助,大幅提升旅客通关体验。

据了解,北京海关还整合了监控指挥、视频会议、移动单兵、执法记录仪等音视频信号,通过一个平台调度、一个接口调用,实现前后方零延时通信、零距离沟通、零失误决

策,做到“业务现场设置到哪里,实时监控就覆盖到哪里,调度指挥就延伸到哪里”。“科技手段建立了一个可以实现上下联动、一竿子插到底的指挥体系。现在根据工作需要,我们的一线关员在T3D现场就可以随时与海关总署、北京海关视频连线,并接受调度指挥。”高延军副处长说。

此外,北京海关、冬奥组委、北京市商务局基于区块链技术,依托“单一窗口”线上平台,开发了冬奥无纸化通关系统,实现企业一站式在线提交、冬奥组委无纸化审批、海关无纸化通关。北京海关还开发了通关时效监控应用系统,监测冬奥航班行李物品整体通关时间,提高通关时效。

“通关时效监控应用系统就像指挥棒,时刻提醒督促我们提升工作效率、及时验放物资,用实际行动服务保障冬奥。”首都机场海关查验处处长沙云成说。



2月4日晚,第二十四届冬季奥林匹克运动会开幕式在北京国家体育场举行。这是开幕式前的表演。新华社记者 薛宇舸摄